ÜBER DEN

PRAKTISCHEN WERTH

NAUDET'SCHER ANEROIDE

NACH DEN RESULTATEN

EINER ANZAHL VERGLEICHENDER BEOBACHTUNGEN UND HÖHEN-MESSUNGEN MIT DREI NAUDET'SCHEN ANEROIDEN

VON

Dr. MAX SCHMIDT,

INGENIEUR,

ASSISTENT AM K. B. POLYTECHNICUM MÜNCHEN.

MÜNCHEN.

THEODOR ACKERMANN.

1876.

Resultate einer Anzahl vergleichender Beobachtungen und Höhenmessungen mit drei Naudet'schen Aneroiden.

Im Frühjahr 1873 mufsten zur Projectirung von Eifenbahnneubauten in Unterfranken ausgedehnte Niveaucurvenaufnahmen in ftark durchfchnittenem Terrain vorgenommen werden, welche das Auffuchen und die generelle Beurtheilung verfchiedener Bahntraçen ermöglichen follten. Da fich die damals viel befprochenen Aneroide zu diefem Zweck zu eignen fchienen, fo wurde von mafsgebender Stelle ein Verfuch mit derartigen Inftrumenten befchloffen und ins Werk gefetzt.

Ueber einige practifche Ergebniffe der desbezüglichen mir zur fpeziellen Ausführung übertragenen Arbeiten hat Herr Betriebsingenieur C. Hettig in der Zeitfchrift des Bayerifchen Architekten- und Ingenieur-Vereins 1873 Band V. in einer Originalmittheilung: »Ueber die Anwendung von Aneroidbarometern zum Höhenmeffen« berichtet, eine weitergreifende Verwerthung hat jedoch das damals von mir gefammelte Beobachtungsmaterial noch nicht gefunden: ich glaube daher daffelbe der Veröffentlichung nicht länger vorenthalten zu follen, in der Hoffnung hiemit einen Beitrag zur Beurtheilung der Naudet'fchen Aneroide zu liefern.

I. Beschreibung der bei den Beobachtungen verwendeten Instrumente.

Die bei den zu befprechenden Beobachtungen verwendeten Aneroide find drei Naudet'fche »Höhenmeffer«, welche mit der Naudet-Hulot'fchen Fabrikmarke und den Nummern 50632, 50640 und 50643 verfehen durch das optifche Inftitut von J. Feiglftock in Wien mit den zugehörigen Standtabellen bezogen wurden. Diefe letzteren geben die von Herrn

Jos. Höltschl in Wien ermittelten Reductionsgleichungen für die Aneroidablesungen auf den Normalqueckfilberbarometer an und zwar:

für Aneroid Nr. 50632 . . . $B_0 - A = -0{,}51 - 0{,}0300\,T.$
» » » 50640 . . . $B_0 - A = +0{,}15 - 0{,}0546\,T.$
» » » 50643 . . . $B_0 - A = -0{,}52 - 0{,}0554\,T.$

wenn B_0 den Stand des Normalbarometers bei 0^0, A die Ablesung des Aneroids bei T^0 bezeichnet.

Die unter den Scalen der Aneroide angebrachten, sowie die den Instrumenten in einer besonderen Abtheilung des Futterals beigegebenen Thermometer zeigten bei Temperaturen von 0^0, 10^0 und 24^0 C. miteinander verglichen in ihrem gegenseitigen Stand eine grösste Abweichung von $0{,}2^0$ C., somit eine Uebereinstimmung, die als hinreichend genau zu bezeichnen ist.

Zur Constanten- und Fehler-Bestimmung der Aneroide wurden Queckfilberbarometer verschiedener Construction verwendet. Von diesen haben sich die Instrumente »Vaccano« und »Krigsmann« als besonders brauchbar gezeigt; die »Greiner'schen Barometer« sind zwar als eigentliche Reisebarometer transportfähiger als das Instrument Krigsmann, geben aber grösere Ablesefehler als die beiden Erstgenannten.

Das Instrument »Vaccano« ist der Normalbarometer der kgl. Sternwarte in Bogenhausen, über dessen Verwendbarkeit zur Vergleichung der Aneroide keine Zweifel bestehen können.

Das Instrument »Krigsmann« ist ein Heberbarometer mit gleichweiten Schenkeln; es besitzt die Bunten'sche Versicherung und gestattet für den Transport das Queckfilber im kurzen Schenkel durch Einschieben eines Korkkonus, dessen Schieberstange durch eine elfenbeinerne Stopfbüchse läuft, gegen das Ausfliessen zu sichern. Die Ablesevorrichtung besteht aus zwei Mikroskopen mit horizontalen Fäden, die sich mit Mikrometerschrauben scharf auf die Kuppenränder der Queckfilbersäulen einstellen lassen und Nonien mit 0,02 pariser Linien Angabe in Verbindung mit einem auf die erforderliche Strecke in halbe pariser Linien getheilten Messingmaasstab.

Die Prüfung der ungetheilten Maasstabstrecke zwischen dem Nullpunkt und dem Beginn der Theilung ergab einen Fehler von $+ 0.77^{mm.}$ bei 0^0, der bei allen Ablesungen in Rechnung kommt, bei welchen es sich um absoluten Barometerstand handelt. Das Instrument ist von Gebrüder Krigsmann in Magdeburg gefertigt und befindet sich in meinem Besitz.

Die zugehörigen Thermometer zur Bestimmung der Queckfilber-Maasstab- und Lufttemperaturen zeigen eine zweckmäfsig disponirte Anordnung und gute Uebereinstimmung bezüglich ihres Standes, ihre Angaben bedürfen daher keiner Correction.

Die Construction der Greiner'schen Reisebarometer ist als bekannt vorauszusetzen, das von mir verwendete Instrument Nr. 137 gehört dem physikalischen Kabinet der k. Gewerbschule in Schweinfurt an.

II. Methoden der Constantenbestimmung für die Aneroide.

Bezeichnet a die sogenannte constante Differenz im Stand eines Aneroid- und Queckfilber-Barometers für gleichen Luftdruck bei 0^0, b den Temperaturcoefficient und c den Theilungscoefficient, so besteht zwischen diesen Grösen und den obigen Werthen A, B_0 und T die Gleichung:

$$B_0 - A = a + b\,T + c\,(760 - A) \quad (I)$$

Kennt man nun zuſammengehörige Werthreihen B_0, A und T, in welchen T und 760 — A innerhalb der praktiſch vorkommenden Grenzen variiren, ſo laſſen ſich die Werthe a, b, c aus einem Syſtem von Gleichungen (I) mittelſt der Methode der kleinſten Quadrate ſehr ſcharf beſtimmen.

In den Tagen vom 24. bis 27. Februar 1873 hatte ich mir durch Vergleichen der Aneroide mit dem Normalbarometer der kgl. Sternwarte in Bogenhauſen eine Reihe derartiger Werthe bei 1^0 bis 23^0 C. und bei 713 bis $701^{mm.}$ Barometerſtand verſchafft und berechnete nun aus je ſechs vollſtändigen Beobachtungen, die am 24. und 27. Fehruar erhalten worden waren, die Werthe a, b, c der Gleichung (I). Die Rechnung ergab z. B. für Aneroid Nr. 50643 $B_0 - A = -0{,}767 - 0{,}0463\ T + 0{,}0244\ (760 - A)$, Herr Höltſchl hatte dagegen gefunden:

$$B_0 - A = -0{,}520 - 0{,}0554\ T + o\ (760 - A).$$

Der von mir gefundene Werth $c = + 0{,}0244$ erregte daher mein Bedenken und veranlaſſte mich eine Reihe von Vergleichungen, die bei $708^{mm.}$ Barometerſtand und 1^0 bis 5^0 C. am 26. Februar erhalten worden waren, zu einer Controlberechnung zu benützen, bei welcher ich unter Beibehaltung der Werthe für b und c, die ſich erfahrungsgemäſs nicht bedeutend ändern, den Werth für a beſtimmte und zu $-0{,}169^{mm.}$ fand.

Es hatte ſich ſonach, wahrſcheinlich in Folge des Einfluſſes der ſtarken Temperaturänderungen auf das noch verhältniſsmäſsig neue Inſtrument, der ſogenannte conſtante Stand deſſelben derart geändert, dass ein Zuſammenwerfen der oben benützten Beobachtungen vom 24. und 27. zum Zweck der Conſtantenbeſtimmung unzuläſsig erſchien und ein nicht unbeträchtlicher Aufwand an Mühe und Zeit für die ſtreng nach der Methode der kleinſten Quadrate durchgeführte Rechnung war vergeblich gemacht worden.

Es muſste mir nun daran gelegen ſein einen Modus für die Conſtantenbeſtimmung aufzufinden, welcher die während der Zeit der Beobachtungen eingetretenen Aenderungen des Werthes a leicht erkennen läſst und zugleich die vorzunehmenden Rechnungsoperationen auf das geringſte Maas zurückführt.

Eine ſolcher Modus ergab ſich denn auch in der graphiſchen Methode der Conſtantenbeſtimmung für ſolche Beobachtungen, während welcher ſich der Luftdruck unbedeutend ändert, für die alſo das Glied der Gleichung (I) c (760 — A) nahezu conſtant iſt und mit dem Werth a vereinigt gedacht werden kann, oder für welche c einen ſehr kleinen Werth hat oder ganz entſchwindet. Die Reductionsgleichung (I) geht in diesem Fall über in:

$$B_0 - A = a' + bT \quad \text{(II)}$$

und läſst ſich auch ſchreiben

$$O = a' + bT - l \quad \text{(III)}$$

wenn $l = B_0 - A$ geſetzt iſt.

Es ſind nun für verſchiedene zusammengehörende Werthe l und T aus der linearen Gleichung (III) die Conſtanten a' und b zu beſtimmen.

Zu dieſem Zweck tragen wir in ein rechtwinkliges Coordinatenſyſtem (am bequemſten auf carrirtem Papier) die Werthe T als Abſciſſen, die zugehörigen Werthe l als Ordinaten auf und erhalten ſo eine Reihe von Punkten, die annähernd auf einer Geraden liegen, deren Abſchnitt auf der Ordinatenachſe den negativen Werth a' und deren Neigungsverhältniſs zur Abſciſſenachſe den abſoluten Werth b ergiebt und die ich mit »Temperaturlinie« bezeichnen will.

Fallen einzelne Punkte oder Punktgruppen weiter aufserhalb der durch die Uebrigen beſtimmten Geraden, als durch die zuläſsigen unvermeidlichen Beobachtungsfehler bedingt erſcheint, ſo läſst ſich, wenn grobe Beobachtungsfehler ausgeſchloſſen sind, eine Aenderung des Werthes a' und deren Gröſse leicht conſtatiren. Einzelne abweichende Beobachtungen ſcheiden ſich bei

diesem Verfahren der Beſtimmung von b leicht von ſelbſt aus. Genügen die Uebrigen nicht, um die Lage der Temperaturlinie mit Sicherheit zu beſtimmen, ſo müſſen natürlich neue Beobachtungsreihen gemacht werden.

Ich habe auf dieſe Weiſe in der Zeit vom 24. bis 27. Februar 1873 für den Barometer Vaccano und meine drei Aneroide aus je 24 vollſtändigen Beobachtungen bei 3 bis 24° C folgende Werthe für b erhalten, welche mit den von Herrn Höltſchl beſtimmten eine gute Uebereinſtimmung zeigen:

für Aneroid Nro. 50632 b = — 0,036
» » » 50640 b = — 0,058
» » » 50643 b = — 0,058

Die die einzelnen Beobachtungen darſtellenden Punkte im Coordinatennetz ließen zugleich durch ihre gleichmäßige Gruppirung beiderſeits der Temperaturlinie erkennen, daß für den damals zwiſchen 713 und 701$^{mm.}$ wechſelnden Barometerſtand eine etwa vorhandene Theilungscorrection c (760 — A) keinen ſichtlichen Einfluß auf die Beſtimmung von b ausübte.

Die für Aneroid Nro. 50643 am 27. Februar bei 23° C Inſtrumenten-Temperatur erhaltenen Beobachtungen, die ich für obenerwähnte Rechnung nach der Methode der kleinſten Quadrate benützt hatte, zeigten in das graphische Netz eingetragen, in der That Abweichungen, welche ihre Verwerthung zur Conſtantenbeſtimmung ausſchloſſen.

In der Zeit von April bis Oktober 1873 wurden hierauf mit den genannten Inſtrumenten ausgedehnte Terrainaufnahmen, von denen später die Sprache sein wird, ausgeführt. Die Entſcheidung der Frage, ob ſich hiebei die Werthe b geändert haben oder nicht, veranlaßte mich in den Tagen vom 1. bis 11. Januar 1874 gleichfalls je 24 Vergleichungen der Aneroide bei — 4° bis + 24° C diesmal mit Barometer »Krigsmann« vorzunehmen. Die hiebei erhaltenen Punktreihen trug ich in daſſelbe Coordinatennetz wie die Vergleichungen mit Barometer Vaccano ein. Die neue Temperaturlinie ergab ſich hiebei derart, daß eine Abweichung derſelben von der Richtung der früher erhaltenen ſich nicht erkennen ließ, während zugleich die Bedingung erfüllt war, daß die einzelnen Beobachtungen gleichviele poſitive und negative Abweichungen (von 0,2$^{mm.}$ größtem Werth) ergaben. Hiemit war alſo die Berechtigung zur Verwendung der obenangegebenen Werthe b für die Reduction der Aneroidableſungen wiederholt zur Genüge erwieſen.

Das zur Beſtimmung des Theilungscoefficienten c mir zur Verfügung ſtehende Mittel war ausſchließlich die Vergleichung der Aneroide mit dem Queckſilberbarometer bei gleicher Höhenlage beider Inſtrumente, ſtarken Luftdrucksunterſchieden und möglichſt conſtanten Werthen a und b. Das Verfahren bei dieſen Vergleichungen konnte nun noch ein doppeltes ſein, entweder mußten für unveränderten Standort von Aneroid und Queckſilberbarometer große Luftdrucksänderungen abgewartet und beobachtet werden oder es mußten die Inſtrumente für große Höhenunterſchiede ihrer gemeinſamen Standorte verglichen werden.

Die erſte Art der Beſtimmung von c wurde zugleich mit der Beſtimmung von b auf der k. Sternwarte in Bogenhauſen bei einem Luftdrucksunterſchied von 12$^{mm.}$ (701 bis 713$^{mm.}$ Barometerſtand) vorgenommen und ergab für c keinen ausgeprägt von 0 verſchiedenen Werth. Die zweite Art der Beſtimmung von c auszuführen nahm ich am 8. Mai 1873 am Fuß und auf dem Kamm der Haßberge in Unterfranken Gelegenheit und zwar bei 712 oberem und 731$^{mm.}$ unterem Barometerſtand. Der hiebei verwendete Queckſilber-Barometer war der ſchon erwähnte Greiner'ſche Reiſebarometer Nro. 137. Nachſtehende Tabelle giebt die auf 0° reduzirten beobachteten Standdifferenzen

der Aneroide Nro. 50632, 50640, 50643 und des Queckfilberbarometers, welche der Reihe nach mit $\triangle^{\circ}_{a}$, $\triangle^{\circ}_{b}$, $\triangle^{\circ}_{c}$ überfchrieben find für die neben bemerkten Standorte und Zeiten.

Dat.	h.	m.	B_0	$\triangle^{\circ}_{a}$	$\triangle^{\circ}_{b}$	$\triangle^{\circ}_{c}$	Inftr. Standort u. Bemerkungen.
8. Mai	10	34	730,86	− 0,77	− 0,47	−1,14	Hofheim in Unterfranken, Gafthaus.
1873		55	730,97	−0,66	− 0,41	− 1,03	(Himmel bedeckt, Luft ruhig.)
Vor-	11	15	730,97	− 0,83	−0,50	− 1,18	
mittags		43	730,99	0,89	−0,52	− 1,20	
				− 0,79	− 0,47	−1,14	
Nach-	2	58	711,89	−0,44	−0,22	− 0,88	Schwedenfchanze auf dem Kamm der Hafs-
mittags	3	17	711,86	− 0,37	−0,22	− 0,94	berge, 4 Kilometer von Hofheim.
		32	712,07	−0,34	− 0,18	− 0,87	(Himmel bedeckt, Luft ruhig.)
		54	712,00	−0,45	−0,31	− 1,05	
				− 0,40	− 0,23	−0,93	
	4	35	722,03	− 0,48	−0,21	− 0,83	Einfattelung zunächft der Schwedenfchanze.
		48	722,05	−0,44	−0,12	− 0,79	(Wetter wie oben.)
		54	721,92	−0,56	− 0,27	− 0,91	
				− 0,49	− 0,20	−0,84	
Abends	6	12	731,38	−0,50	−0,50	−6,94	Hofheim, Gafthaus.
		45	731,58	−0,46	−0,46	−0,93	
				− 0,48	− 0,48	−0,93	

Aus den Mittelwerthen diefer Beobachtungsgruppen läfst fich nun ein Theilungscoefficient für die Aneroidfcalen ebenfowenig mit Sicherheit beftimmen, wie diefes bei den früheren desbezüglichen Verfuchen der Fall war, dagegen zeigt fich, wahrfcheinlich in Folge einer Ueberanftrengung der Inftrumente bei der Bergbefteigung, eine bleibende Standänderung von $0{,}3^{mm.}$ $0{,}2^{mm.}$ $0{,}2^{mm.}$.

Einen weiteren Beweis für den Werth c = o für die Aneroide 50632 und 50640 geben die fpäter aufgeführten Fixpunktnivellements, bei welchen ein nachweisbar gefetzmäfsiges Wachfen oder Abnehmen der Fehler mit den Höhenunterfchieden fich nirgends bemerkbar macht.

Es erübrigt noch die Befprechung der Conftanten a unferer Reductionsgleichung (I). Diefelbe bildet die Hauptfehlerquelle für Meffungen mit dem Aneroid, da ein Gefetz für ihre unvermeidlichen regellofen Aenderungen, die bis $0{,}3^{mm}$ betragen und bei unvorfichtiger Behandlung der Inftrumente diefen Werth fogar noch überfteigen, wohl nicht aufzufinden ift.

Nach den allgemein gemachten Erfahrungen werden regellofe Aenderungen von a verurfacht durch ftarke und plötzliche Temperatur-Aenderungen, welchen die Inftrumente ausgefetzt werden, durch Stöfse und Erfchütterungen beim Transport derfelben, durch aufsergewöhnlich grofse Luftdrucks-Aenderungen, wie folche beim Mefsen von Höhendifferenzen entftehen, die mehrere hundert Meter betragen. Alle diefe Urfachen laffen fich bei geeigneter Behandlung und Verwendung der Aneroide möglichft vermeiden, d. h. man kann die Aenderungen von a auf ein gewiffes Maafs befchränken; diefelben ganz zu befeitigen fcheint aber unmöglich, da fie in der unvollkommenen Elafticität der Haupttheile der Inftrumente felbft ihren Grund haben.

Zur Verminderung der Aenderungen von a könnte nach meiner Anficht beitragen, wenn das die Bewegung des Hebelwerks auf die Zeigerachfe übertragende Kettchen durch einen ungegliederten biegfamen Metallfaden erfetzt

würde, da ein ſolcher die Continuität der Zeigerbewegung jedenfalls beſſer vermitteln würde, als es die einzelnen Kettenglieder vermögen, zu deren Bewegung in ihren Gelenken vor dem Auflaufen auf die Zeigertrommel unzweifelhaft eine gewiſſe Bewegung des Hebelwerks verwendet wird, die ſich ſonach der Beobachtung an der Zeigerſpitze entzieht.

Bei dem gegenwärtigen Stande der zu groſser Vollkommenheit ausgebildeten Theorie der barometriſchen Höhenmeſsung, bei der durch phyſikaliſche Hilfsmittel erreichbaren ungemeinen Genauigkeit der Conſtantenbeſtimmung ſind es die unbeſtimmbaren Schwankungen der Werthe a hauptsächlich, welche die Genauigkeit der Aneroidbarometermeſsungen bedingen, eine Thatſache, die aus nachſtehenden Beobachtungsreſultaten mit Beſtimmtheit gefolgert werden kann.

III. Beobachtungsfehler und Standänderungen der Aneroide.

Bei Vergleichung der Aneroide und Queckſilberbarometer zum Zwecke der Conſtantenbeſtimmung für erſtere ſind, wie ſchon erwähnt, mehrfache Aenderungen im gegenſeitigen Stand dieſer Inſtrumente beobachtet worden, welche der Gröſse nach den Werth der unvermeidlichen Beobachtungsfehler bedeutend überſteigen.

Für die Beurtheilung des Werthes von Aneroidbarometerbeobachtungen iſt es nöthig, in jedem einzelnen Fall entſcheiden zu können, ob Standänderungen oder Beobachtungsfehler vorliegen; es wird daher unſere Aufgabe ſein, die Grenze zwiſchen beiden feſtzulegen. Dieſe Aufgabe ſuchen wir nun dadurch zu löſen, daſs wir die Beobachtungsfehler ihrer Gröſse nach beſtimmen und zwar unter ſolchen äuſseren Umſtänden für die Aneroide, welche das Eintreten von Standänderungen derſelben während der Beobachtungen möglichſt ausſchlieſsen.

In der nachſtehenden Tabelle ſind die Reſultate einer Reihe derartiger vergleichender Beobachtungen zuſammengeſtellt. Für *jede* Gruppe von Werthen befanden ſich die Aneroide unter unveränderten äuſseren Einflüſſen und zwar ſtanden dieſelben bei gleichmäſsiger Temperatur, von den Futteralen befreit, mit bedeckten Scalen auf einer die Wärme ſchlecht leitenden Unterlage, unverrückt und unberührt im Niveau des Normalbarometers. Für die *verſchiedenen* Beobachtungsreihen waren jedoch die äuſseren Umſtände vielfach veränderte, es waren die Temperaturen verſchieden, die Standorte der Aneroide befanden ſich theils im Freien, theils im erwärmten Zimmer oder endlich, es waren in der Zwiſchenzeit anderweitige Beobachtungen und Meſſungen mit den Inſtrumenten vorgenommen worden. Es geben demnach die Vergleichungen der einzelnen Beobachtungswerthe in jeder Reihe mit ihren Mittelwerthen die Beobachtungsfehler, die Vergleichungen der Mittelwerthe der Reihen ſelbſt die Standänderungen der Aneroide. Zur Erläuterung des Inhalts der einzelnen Columnen ſei bemerkt, daſs B_0 den Normalbarometerſtand $\triangle^o_a$, $\triangle^o_b$, $\triangle^o_c$, die Standdifferenzen der Aneroide mit jenem (und zwar ſind unter den Indices a, b, c der Reihe nach die Inſtrumente 50632, 50640 und 50643 verſtanden), $\triangle^b_a$ $\triangle^c_a$ $\triangle^c_b$ die Standdifferenzen der Aneroide unter ſich ſelbſt bei 0^0 bezeichnen; v^o_a v^o_b v^o_c, v^b_a v^c_a v^c_b ſind die Abweichungen der einzelnen Standdifferenzen gegen deren Mittelwerth, die wir als *Beobachtungsfehler* anſehen. Am Schluſs jeder Reihe ſind die Mittelwerthe der Standdifferenzen gebildet, und die Quadratſummen der Beobachtungsfehler beigeſetzt. In der erſten Columne der Tabelle iſt die Beobachtungszeit angegeben. Als Normalbarometer wurden hier ausſchlieſslich die Inſtrumente von Vaccano und Krigsmann verwendet.

dat.	h.	m.	Bo. (Vaccano)	$\triangle^o_a$	v^o_a	$\triangle^o_b$	v^o_b	$\triangle^o_c$	v^o_c	$\triangle^b_a$	v^b_a	$\triangle^c_a$	v^c_b	$\triangle^c_b$	v^c_b
1873	2	—	713,32	+1,11	+0,14	+1,54	+0,03	+0,65	+0,04	−0,43	0,11	+0,46	+0,10	+0,89	−0,01
24.		15	713,27	+1,31	−0,06	+1,56	+0,01	+0,77	−0,08	−0,25	+0,07	+0,54	+0,02	+0,79	+0,09
Feb.		30	713,16	+1,31	−0,06	+1,66	−0,09	+0,84	−0,15	−0,35	−0,03	+0,47	+0,09	+0,82	+0,06
		45	713,09	+1,29	−0,04	+1,55	+0,02	+0,81	−0,12	−0,26	+0,06	+0,48	+0,08	+0,74	+0,14
	3	—	712,96	+1,21	+0,04	+1,54	+0,03	+0,72	−0,03	−0,33	−0,01	+0,49	+0,07	+0,82	+0,06
		15	712,84	+1,29	−0,04	+1,61	−0,04	+0,65	+0,04	−0,32	0,00	+0,64	−0,08	+0,96	−0,08
		30	712,71	+1,35	−0,10	+1,58	−0,01	+0,63	+0,06	−0,23	+0,09	+0,72	−0,16	+0,95	−0,07
		45	712,66	+1,30	−0,05	+1,60	−0,03	+0,61	+0,08	−0,30	+0,02	+0,69	−0,13	+0,99	−0,11
	4	—	712,66	+1,25	0,00	+1,59	−0,02	+0,62	+0,07	−0,34	−0,02	+0,63	−0,07	+0,97	−0,09
		15	712,48	+1,17	+0,08	+1,51	+0,06	+0,63	+0,06	−0,34	−0,02	+0,54	+0,02	+0,88	0,00
		30	712,48	+1,17	+0,08	+1,49	+0,08	+0,67	+0,02	−0,32	0,00	+0,50	+0,06	+0,82	+0,06
				+1,25	0,0569	+1,57	0,0234	+0,69	0,0663	−0,32	0,0309	+0,50	0,0876	+0,88	0,0701
				$= a^o_a$	$= [v^2]$	$= a^o_b$	$= [v^2]$	$= a^o_c$	$= [v^2]$	$= a^b_a$	$= [v^2]$	$= a^c_a$	$= [v^2]$	$= a^c_b$	$= [v^2]$
1873	9	15	708,35	—	—	+1,72	−0,01	+1,13	+0,02	—	—	—	—	+0,59	−0,02
26.		30	708,31	—	—	+1,78	−0,07	+1,16	−0,01	—	—	—	—	+0,62	−0,05
Feb.		45	708,10	—	—	+1,68	+0,03	+1,13	+0,02	—	—	—	—	+0,55	+0,02
	10	—	707,97	+1,19	+0,08	+1,65	+0,06	+1,14	+0,01	−0,46	−0,03	+0,05	+0,08	+0,51	+0,06
		15	707,86	+1,31	−0,04	+1,69	+0,02	+1,16	−0,01	−0,38	+0,05	+0,15	−0,02	+0,53	+0,04
		30	707,72	+1,26	+0,01	+1,72	−0,01	+1,18	−0,03	−0,46	−0,03	+0,08	+0,05	+0,54	+0,03
		45	707,47	+1,34	−0,07	+1,72	−0,01	+1,09	+0,06	−0,38	+0,05	+0,25	−0,12	+0,63	−0,06
	11	—	707,23	+1,17	+0,10	+1,68	+0,03	+1,16	−0,01	−0,51	−0,08	+0,01	+0,12	+0,52	+0,05
		15	707,02	+1,34	−0,07	+1,68	+0,03	+1,08	+0,07	−0,34	+0,09	+0,26	−0,13	+0,60	0,03
		30	706,98	+1,28	−0,01	+1,75	−0,04	+1,19	−0,04	−0,47	−0,04	+0,09	+0,04	+0,56	+0,01
		45	706,89	+1,29	−0,02	+1,76	−0,05	+1,18	−0,03	−0,47	−0,04	+0,11	+0,02	+0,58	−0,01
				+1,27	0,0284	+1,71	0,0169	+1,15	0,0131	−0,43	0,0245	+0,13	0,0570	+0,57	0,0166
				$= a^o_a$	$= [v^2]$	$= a^o_b$	$= [v^2]$	$= a^o_c$	$= [v^2]$	$= a^b_a$	$= [v^2]$	$= a^c_a$	$= [v^2]$	$= a^c_b$	$= [v^2]$
1873	2	5	704,86	+1,62	+0,01	+1,65	+0,09	+1,35	−0,07	−0,03	+0,09	+0,27	+0,08	+0,30	+0,17
26.		20	704,59	+1,64	−0,01	+1,67	+0,07	+1,29	−0,01	0,03	+0,09	+0,35	0,00	+0,38	+0,09
Feb.		5	704,41	+1,58	+0,05	+1,82	−0,08	+1,32	−0,04	−0,24	−0,12	+0,26	+0,09	+0,50	−0,03
	3	—	704,14	+1,72	−0,09	+1,81	−0,07	+1,35	−0,07	−0,09	+0,03	+0,37	+0,02	+0,46	+0,01
		15	704,05	+1,74	−0,11	+1,75	−0,01	+1,33	−0,05	−0,01	+0,11	+0,41	−0,06	+0,42	+0,05
		30	703,86	+1,56	+0,07	+1,73	+0,01	+1,19	+0,09	−0,17	−0,05	+0,37	−0,02	+0,54	−0,07
		45	703,82	+1,57	+0,06	+1,73	+0,01	+1,25	+0,03	−0,16	−0,04	+0,32	+0,03	+0,48	−0,01
	4	—	703,68	+1,51	+0,12	+1,65	+0,09	+1,21	+0,07	−0,14	−0,02	+0,30	+0,05	+0,44	+0,03
		20	703,64	+1,67	−0,04	+1,86	−0,12	+1,27	+0,01	−0,19	−0,07	+0,40	−0,05	+0,59	−0,12
		40	703,48	+1,66	−0,03	+1,77	−0,03	+1,21	+0,07	−0,11	+0,01	+0,45	−0,10	+0,56	−0,09
				+1,63	0,9483	+1,64	0,0480	+1,28	0,0329	−0,12	0,0531	+0,35	0,0348	+0,47	0,0689
				$= a^o_a$	$= [v^2]$	$= a^o_b$	$= [v^2]$	$= a^o_c$	$= [v^2]$	$= a^b_a$	$= [v^2]$	$= a^c_a$	$= [v^2]$	$= a^c_b$	$= [v^2]$
1873	8	45	701,25	+1,59	−0,06	+1,71	+0,08	+0,70	0,00	−0,12	+0,14	+0,89	−0,06	+1,01	+0,08
27.	9	—	701,25	+1,59	−0,06	+1,81	−0,02	+0,75	−0,05	−0,22	+0,04	+0,84	−0,01	+1,06	+0,03
Feb.		15	701,29	+1,48	+0,05	+1,80	−0,01	+0,69	+0,01	−0,32	−0,06	+0,79	+0,04	+1,11	−0,02
		25	701,29	+1,48	+0,05	+1,80	−0,01	+0,70	0,00	−0,32	−0,06	+0,78	+0,05	+1,10	−0,01
		35	701,32	+1,53	0,00	+1,83	−0,04	+0,73	−0,03	−0,30	−0,04	+0,80	+0,03	+1,10	−0,01
		45	701,32	+1,49	+0,04	+1,79	0,00	+0,64	+0,06	−0,30	−0,04	+0,85	−0,02	+1,15	−0,06
				+1,53	0,0138	+1,79	0,0086	+0,70	0,0071	−0,26	0,0316	+0,83	0,0091	+1,09	0,0115
				$= a^o_a$	$= [v^2]$	$= a^o_b$	$= [v^2]$	$= a^o_c$	$= [v^2]$	$= a^b_a$	$= [v^2]$	$= a^c_a$	$= [v^2]$	$= a^c_b$	$= [v^2]$
1873	2	10	715,63	+1,11	+0,12	+1,09	+0,08	+0,61	+0,12	+0,02	+0,05	+0,50	+0,01	+0,48	−0,04
13.		20	715,61	+1,32	−0,09	+1,15	+0,02	+0,72	+0,01	+0,17	−0,10	+0,60	−0,09	+0,43	+0,01
Nov.		30	715,54	+1,30	−0,07	+1,17	0,00	+0,69	+0,04	+0,13	−0,06	+0,61	−0,10	+0,48	−0,04
		40	715,52	+1,25	−0,02	+1,17	0,00	+0,71	+0,02	+0,08	−0,01	+0,54	−0,03	+0,46	−0,02
		50	715,50	+1,22	+0,01	+1,19	−0,02	+0,77	−0,04	+0,03	+0,04	+0,45	+0,06	+0,42	+0,02
	3	—	715,50	+1,22	+0,01	+1,19	−0,02	+0,77	−0,04	+0,03	+0,04	+0,45	+0,06	+0,42	+0,02
		10	715,47	+1,23	0,00	+1,20	−0,03	+0,77	−0,04	+0,03	+0,04	+0,46	+0,05	+0,43	+0,01
		20	715,43	+1,23	0,00	+1,19	−0,02	+0,78	−0,05	+0,04	+0,03	+0,45	+0,06	+0,41	+0,03
				+1,23	0,0280	+1,17	0,0089	+0,73	0,0238	+0,07	0,0219	+0,51	0,0324	+0,44	0,0055
				$= a^o_a$	$= [v^2]$	$= a_b$	$= [v^2]$	$= a^o$	$= [v^2]$	$= a^b_a$	$= [v^2]$	$= a^c_a$	$= [v^2]$	$= a^c_b$	$= [v^2]$

dat.	h.	m.	Bo. (Krigs-mann.)	$\triangle^o_a$	v^o_a	$\triangle^o_b$	v^o_b	$\triangle^o_c$	v^o_c	$\triangle^b_a$	v^b_a	$\triangle^c_a$	v^c_a	$\triangle^c_b$	v^c_b
1874	10	—	731,05	+0,69	+0,08	+0,48	+0,13	−0,10	0,00	+0,21	− 0,05	+0,79	+0,08	+0,58	+0,13
1.		15	731,36	+0,78	−0,01	+0,66	−0,05	0,08	+0,02	+0,12	+0,04	+0,86	+0,01	+0,74	+0,03
Jan.		30	731,30	+0,72	+0,05	+0,61	0,00	−0,19	− 0,09	+0,11	+0,05	+0,91	−0,04	+0,80	−0,09
		45	731,26	+0,78	−0,01	+0,61	0,00	−0,14	−0,04	+0,17	−0,01	+0,92	−0,05	+0,75	−0,04
	11	—	731,28	+0,80	−0,03	+0,63	−0,02	−0,07	+0,03	+0,17	−0,01	+0,87	0,00	+0,70	+0,01
		15	731,23	+0,74	+0,03	+0,56	+0,05	−0,14	−0,04	+0,18	− 0,02	+0,88	−0,01	+0,70	+0,01
		30	731,33	+0,83	−0,06	+0,64	−0,03	−0,07	+0,03	+0,19	−0,03	+0,90	−0,03	+0,71	0,00
		45	731,45	+0,83	−0,06	+0,68	−0,07	−0,04	+0,06	+0,15	+0,01	+0,87	0,00	+0,72	−0,01
				+0,77	0,0191	+0,61	0,0281	−0,10	0,0171	+0,16	0,0082	+0,87	0,0116	+0,71	0,0278
				$= a^o_a$	$= [v^2]$	$= a^o_b$	$= [v^2]$	$= a^o_c$	$= [v^2]$	$= a^b_a$	$= [v^2]$	$= a^c_a$	$= [v^2]$	$= a^c_b$	$= [v^2]$
1874	9	30	734,66	+0,62	−0,01	+0,57	−0,07	−0,15	+0,04	+0,05	+0,06	+0,77	+0,03	+0,72	−0,03
6.		45	734,74	+0,57	+0,04	+0,53	− 0,03	−0,19	0,00	+0,04	+0,07	+0,76	+0,04	+ 0,72	−0,03
Jan.	10	—	734,80	+0,54	+0,07	+0,46	+0,04	− 0,21	− 0,02	+0,08	+0,03	+0,75	+0,05	+0,67	+0,02
		15	734,88	+0,53	+0,08	+0,39	+0,11	− 0,23	−0,04	+0,14	−0,03	+0,76	+0,04	+0,62	+0,07
		30	734,98	+0,53	+0,08	+0,38	+0,12	−0,38	−0,19	+0,15	−0,04	+0,91	−0,11	+0,76	−0,07
		45	735,18	+0,68	− 0,07	+0,52	− 0,02	−0,18	+0,01	+0,16	−0,05	+0,86	− 0,06	+0,70	− 0,01
	11	—	735,27	+0,82	−0,21	+0,65	−0,15	0,00	+0,19	+0,17	−0,06	+ 0,82	−0,02	+0,65	+0,04
				+0,61	0,0684	+0,50	0,0568	−0,19	0,0759	+0,11	0,0180	+0,80	0,0227	+0,69	0, 137
				$= a^o_a$	$= [v^2]$	$= a^o_b$	$= [v^2]$	$= a^o_c$	$= [v^2]$	$= a^b_a$	$= [v^2]$	$= a^c_a$	$= [v^2]$	$= a^c_b$	$= [v^2]$
	1	30	735,47	+0,82	−0,06	+0,83	−0,03	+0,16	− 0,10	−0,01	+0,04	+0,66	+0,04	+0,67	+0,07
	2	–	735,55	+0,74	+0,02	+0,81	−0,01	+0,01	+0,05	− 0,07	−0,02	+0,73	−0,03	+0,80	− 0,06
		15	735,56	+0,69	+0,07	+0,77	+0,03	+0,03	+0,09	−0,08	−0,03	+0,72	−0,02	+0,80	− 0,06
		30	735,81	+0,77	−0,01	+0,80	0,00	−0,10	−0,04	−0,03	+0,02	+0,67	+0,03	+0,70	+0,04
				+0,76	0,0090	+0,80	0,0019	+0,06	0,0222	−0,05	0,0033	+0,70	0,0038	+0,74	0,0137
				$= a^o_a$	$= [v^2]$	$= a^o_b$	$= [v^2]$	$= a^o_c$	$= [v^2]$	$= a^b_a$	$= [v^2]$	$= a^c_a$	$= [v^2]$	$= a^c_b$	$= [v^2]$
1874	8	45	729,64	+0,90	− 0,17	+0,75	− 0,10	+0,04	−0,11	+0,15	− 0,07	+0,86	−0,05	+0,71	+0,02
11	9	—	729,57	+0,78	− 0,05	+0,64	+0,01	− 0,07	0,00	+0,14	− 0,06	+0,85	− 0,04	+0,71	+0,02
Jan.		15	729,61	+0,73	0,00	+0,71	− 0,06	− 0,09	−0,02	+0,02	+0,06	+0,82	− 0,01	+0,80	−0,07
		30	729,61	+0,56	+0,17	+0,48	+0,17	− 0,16	− 0,09	−0,08	0,00	+0,72	+0,09	+0,64	+0,09
		45	729,66	+0,70	+0,03	+0,68	−0,03	- 0,09	−0,02	+0,02	+0,06	+0,79	+0,02	+0,77	− 0,04
				+0,73	0,0612	+0,65	0,0435	−0,07	0,0210	+0,08	0,0157	+0,81	0,0127	+0,73	0,0154
				$= a^o_a$	$= [v^2]$	$= a^o_b$	$= [v^2]$	$= a^o_c$	$= [v^2]$	$= a^b_a$	$= [v^2]$	$= a^c_a$	$= [v^2]$	$= a^c_b$	$= [v^2]$
	2	30	728,63	+0,69	− 0,08	+0,69	− 0,13	−0,02	+0,02	0,00	+0,05	+0,71	−0,06	+0,71	− 0,11
		45	728,68	+0,64	− 0,03	+0,61	− 0,05	− 0,01	+0,03	+0,03	+0,02	+0,65	0,00	+0,62	− 0,02
	3	-	728,66	+0,50	+0,11	+0,44	+0,12	−0,08	− 0,04	+0,06	− 0,01	+0,58	+0,07	+0,52	+0,08
		30	728,67	+0,60	+0,01	+0,50	+0,06	−0,05	− 0,01	+0,10	−0,01	+0,65	0,00	+0,55	+0,15
				+0,61	0,0195	+0,56	0,0374	− 0,04	0,0030	+0,05	0,0055	+0,65	0,0085	+0,60	0,0214
				$= a^a_o$	$= [v^2]$	$= a^o_b$	$= [v^2]$	$= a^o_c$	$= [v^2]$	$= a^b_a$	$= [v^2]$	$= a^c_a$	$= [v^2]$	$= a^c_b$	$= [v^2]$

Faſſen wir die Werthe $[v^2]$ für jedes Inſtrument zuſammen und bilden den mittleren Fehler für eine Ableſung $m = \sqrt{\frac{\Sigma\,[v^2]}{n-1}}$ wobei n die Anzahl der Ableſungen bezeichnet, ſo erhalten wir aus 71 respect. 74 Einzelwerthen

$m^o_a = \pm 0{,}085^{mm.}$ $m^o_b = \pm 0{,}072^{mm.}$ $m^o_c = \pm 0{,}076^{mm.}$
$m^b_a = \pm 0{,}066^{mm.}$ $m^c_a = \pm 0{,}076^{mm.}$ $m^c_b = \pm 0{,}070^{mm.}$

Aus diefen Fehlergröfsen geht hervor, dafs die Beobachtungsfehler für Aneroid No. 50640 u. No. 50643 nahezu gleich find, No. 50632 zeigt eine gröfsere Unficherheit im Gang gegenüber dem Queckfilberbarometer, dagegen im Vergleich mit No. 50640 eine beffere Uebereinftimmung, als die beiden übrigen. Im Allgemeinen geben die Aneroide unter fich geringere Abweichungen, als mit dem Queckfilberbarometer, der doch eine genauere Ablefevorrichtung befitzt, als jene. Hieraus mufs gefchloffen werden, dafs die Aneroide empfindlicher find, als die hier verwendeten Queckfilberbarometer, fonach auch unter Umftänden ein richtigeres Bild der Luftdrucksänderungen geben, als diefe Queckfilberbarometer.

Aus den in der vorftehenden Tabelle berechneten Mittelwerthen der Standdifferenzen kann man fich ein Bild über den Stand und die Standänderungen der Aneroide für die Zeit der aufgeführten Beobachtungen entwerfen. Zur Vervollftändigung desfelben mögen aber auch noch einige weitere Reihen von Vergleichungen aufgeführt werden, die fich an verfchiedenen Tagen des Sommerhalbjahres 1873 ergaben und welche befonders die täglichen Standänderungen der Aneroide während ihrer Verwendung zu Höhenmeffungen erkennen laffen.

Diefe letzteren find in der folgenden Tabelle enthalten. Jeder einzelne Werth $\triangle$ ift aus dem Mittel von je zwei Ablefungen hergeftellt, welche auf dem jedesmaligen Bureau der Meffungsabtheilung vor Abgang und nach Rückkunft des Feldbarometers Morgens und Abends an diefem und an dem Standbarometer genommen wurden; $d\triangle$ bezeichnet hier die tägliche Standänderung, die übrigen Bezeichnungen find die früheren.

dat.	$\triangle_a^c$	$d\triangle_a^c$	dat.	$\triangle_a^c$	$d\triangle_a^c$	dat.	$\triangle_b^c$	$d\triangle_b^c$	dat.	$\triangle_b^c$	$d\triangle_b^c$
April 9.	+0,27		Juni 28.	+0,41		April 7.	+0,65		Juli 21.	+0,60	
	+0,22	+0,05		+0,47	−0,06		+0,34	+0,31		+0,41	+0,19
» 22.	+0,20		» 30.	+0,50		» 22.	+0,55		» 25.	+0,50	
	+0,43	−0,23		+0,58	−0,08		+0,72	−0,17		+0,59	−0,09
Mai 2.	+0,27		Juli 1.	+0,44		Mai 6.	+0,56		» 31.	+0,40	
	+0,21	+0,06		+0,50	−0,06		+0,71	−0,15		+0,59	−0,19
» 9.	+0,62		» 8.	+0,34		» 13.	+0,75		Aug. 11.	+0,46	
	+0,52	+0,10		+0,61	−0,27		+0,78	−0,03		+0,45	+0,01
» 13.	+0,39		» 16.	+0,49		» 16.	+0,78		» 13.	+0,55	
	+0,62	−0,23		+0,60	−0,11		+0,74	+0,04		+0,48	+0,07
» 21.	+0,44					» 30.	+0,72		» 20.	+0,55	
	+0,47	−0,03					+0,68	+0,04		+0,57	−0,02
	+0,38	0,1228		+0,49	0,0986		+0,67	0,1516		+0,51	0,0857
	$= a_a^c$	$= [d^2]$		$= a_a^c$	$= [d^2]$		$= a_b^c$	$= [d^2]$		$= a_b^c$	$= [d^2]$
			Oct. 6.	+0,55							
				+0,39	+0,16						
Juni 10.	+0,33		» 10.	+0,69		Juni 7.	+0,46		» 27.	+0,51	
	+0,25	+0,08		+0,55	+0,14		+0,57	−0,11		+0,43	+0,08
» 11.	+0,26		» 18.	+0,27		» 17.	+0,38		Sept. 15.	+0,32	
	+0,35	−0,09		+0,39	−0,12		+0,39	−0,01		+0,44	−0,12
» 17.	+0,42		» 21.	+0,34		» 23.	+0,36		» 18.	+0,51	
	+0,28	+0,14		+0,46	−0,12		+0,45	−0,09		+0,53	−0,02
18.	+0,39		» 24.	+0,53		» 30.	+0,44		» 27.	+0,62	
	+0,43	−0,04		+0,48	+0,05		+0,41	+0,03		+0,59	+0,03
» 23.	+0,18		» 29.	+0,40		Juli 7.	+0,58		Oct. 6.	+0,52	
	+0,48	−0,30		+0,43	−0,03		+0,48	+0,10		+0,38	+0,14
» 26.	+0,28					» 16.	+0,46		» 10.	+0,58	
	+0,37	−0,09		+0,46	0,0774		+0,56	−0,10		+0,58	0,00
	+0,33	0,1338		$= a_a^c$	$= [d^2]$		+0,46	0,0412		+0,50	0,0417
	$= a_a^c$	$= [d^2]$					$= a_b^c$	$= [d^2]$		$= a_b^c$	$= [d^2]$

Faſſen wir hier wieder die Werthe $[d^2]$ für jedes Aneroid zuſammen, ſo erhalten wir für beide die mittlere tägliche Standänderung zu $\pm$ 0,14$^{mm.}$ und die wahrſcheinliche Standänderung $= \pm$0,09$^{mm.}$

Die Mittelwerthe der Gröſsen $\triangle^{\circ}_{a}$ $\triangle^{\circ}_{b}$ $\triangle^{\circ}_{c}$ $\triangle^{b}_{a}$ $\triangle^{c}_{a}$ $\triangle^{c}_{b}$ für jede Beobachtungsgruppe repräſentiren den wahren Stand der Aneroide für die jedesmalige Beobachtungszeit; die Abweichungen jener gegen ihren Mittelwerth, wollen wir »periodiſche Standänderung« der Inſtrumente nennen, den letzteren Mittelwerth ſelbſt aber ausſchlieſslich »wahren Stand«.

Bei Betrachtung der hier angeführten Werthe für den Stand der Aneroide haben wir zunächſt drei groſse Beobachtungsgruppen zu unterſcheiden.

Die erſte umfaſst diejenigen Vergleichungen der Aneroide, welche im Frühjahr 1873 vor deren Verwendung auf dem Felde angeſtellt wurden, die zweite diejenigen, welche während der Ausführung der Vermeſſungsarbeiten vollzogen ſind und die dritte endlich jene, welche im Winter 1873/74 nach Vollendung der Meſſungen ausgeführt worden ſind.

Für dieſe lezteren Vergleichungen iſt auſser dem Barometer »Vaccano« auch Barometer »Krigsmann« verwendet. Um nun die auf das eine oder andere Queckſilberbarometer bezogenen Werthe $\triangle$ unter ſich vergleichen zu können, wurde an den Werthen, die auf »Krigsmann« bezogen ſind, die Verbeſſerung + 0,77$^{mm.}$ angebracht, die ſich aus der Maſsſtabunterſuchung ergab. Daſs dieſer Werth aber auch wirklich den Standunterſchied der beiden Normalbarometer bildet, zeigte ſich bei der graphiſchen Darſtellung der Temperaturlinien für die Aneroide, indem der Abſtand dieſer beiden parallelen Graden genau 0,78$^{mm.}$ betrug.

Es folgt nun die Zuſammenſtellung der Werthe a°_{a} a°_{b} a°_{c} und da°_{a} da°_{b} da°_{c} für den wahren Stand und die Standänderungen in den einzelnen Beobachtungsgruppen; aus dieſen laſſen ſich die Werthe a^{a}_{b} a^{c}_{a} a^{c}_{b} natürlich ableiten, hier Snd ſie jedoch aus den Ableſungen direkt gerechnet, um ſie mit den im ſiommer 1873 ebenfalls aus direkten Ableſungen erhaltenen dergl. Werthen zuſammenſtellen zu können.

dat.	a°_{a}	da°_{a}	a°_{b}	da°_{b}	a°_{c}	da°_{c}	a^{b}_{a}	da^{b}_{a}	a^{c}_{a}	da^{c}_{a}	a^{c}_{b}	da^{c}_{a}
1873	+1.25	+0,13	+1,57	+0.03	+0,69	+0,22	−0,32	+0,11	+0,56	−0.08	+0,88	− 0.19
Febr.	+1.27	+0,11	+1,71	− 0,11	+1,15	− 0,24	− 0,43	+0.22	+0,13	+0,35	+0,57	+0,12
	+1.63	− 0.25	+1,74	− 0,14	+1,28	− 0,37	−0,12	−0.09	+0,35	+0,13	−0.47	+0,22
	+1,53	− 0.15	+1.79	− 0,19	+0,70	+0,21	−0,26	+0.05	+0.83	− 0.35	−1,09	−0.40
	+1.23	+0.15	+1,17	+0.43	+0,73	+0.18	+0.07	− 0.28	+0,51	−0,03	−0,44	+0.25
	+1,38	0.1365	+1,60	0,2536	+0,91	0.3194	−0,21	0,1495	+0,48	0,2692	+0,69	0.3214
		+0,18		±0,25		+0,28		−0,19		−0.26		±0,25
April	—		—		—		−0,29	+0,17	+0,38	+0,03	+0.67	−0,14
bis	—		—		—		−0,13	+0,01	+0,33	+0,08	+0,46	+0,07
Oct.	—		—		—		−0,02	−0,10	+0,49	−0,08	+0,51	+0.02
	—		—		—		−0,04	−0,08	+0,46	−0,05	+0,50	+0,03
							−0,12	0,0454	+0,41	0,0162	+0,53	0,0258
								±0,12		±0,07		±0,09
1873/74	+1,54	−0,07	+1,38	+0,02	+0,67	+0,03	+0,16	−0.09	+0,87	−0,10	+0,71	−0 02
Novbr.	+1,38	+0,09	+1.27	+0,13	+0,58	+0,12	+0,11	−0,04	+0,80	− 0,03	+0,69	0,00
bis	+1.53	−0,06	+1,57	−0,17	+0,83	− 0,13	− 0,05	+0,12	+0,70	+0,07	+0,74	−0,05
Januar	+1,50	−0,03	+1,42	−0,02	+0,70	0,00	+0,08	−0.01	+0,81	− 0,04	+0,73	−0,04
	+1.38	+0.09	+1,33	+0.07	+0,70	- 0.03	+0.05	+0,02	+0,65	+0,12	+0,60	+0.09
	+1.47	0.0256	+1,40	0,0515	+0,70	0.0331	+0,07	0,0246	+0,77	0,0318	+0,69	0,0126
		±0,08		±0,11		±0,09		±0,08		±0,09		±0.06

Nach dieſer Tabelle hat ſich der wahre Stand der Aneroide innerhalb eines Zeitraumes von acht Monaten, während deſſen jedes derſelben 120 Meilen per Eiſenbahn, 80 Meilen per Wagen und ungefähr 450 Meilen im Futteral getragen zurücklegte, Luftdrucksdifferenzen von $56^{mm.}$ und Temperaturunterſchiede von 40^{0} C. auszuhalten hatten, im ungünſtigſten Falle um $0{,}3^{mm.}$, im Mittel um $0{,}18^{mm.}$ geändert.

Die »periodiſchen Standänderungen« zeigten ſich für die erſte Zeit der Beobachtungen, ſo lange die Inſtrumente verhältniſsmäſſig noch neu waren, etwas mehr als doppelt ſo groſs, wie in der Folgezeit, indem dieſelben Werthe von $\pm 0{,}24^{mm.}$ ſpäter nur $\pm 0{,}09^{mm.}$ ergeben.

Die zu fürchtenden täglichen Standänderungen berechnen ſich während der Messungen im Sommer 1873 zu $\pm\ 0{,}09^{mm.}$, die wahrſcheinlichen Beobachtungsfehler werden $= \pm {}^{2}/_{3}.0{,}074^{mm.} = \pm 0{,}05^{mm}$

Für eine Luftdrucksbeſtimmung auf dem Felde können im ungünſtigſten Fall beide letztgenannten Fehler zuſammentreffen und geben ſomit den Fehler einer Luftdrucksbeſtimmung $= \pm \sqrt{0{,}09^2 + 0{,}05^2} = \pm 0{,}11^{mm.}$

Eine barometriſche Höhenmeſſung ſetzt ſich aus zwei gleichzeitigen Luftdrucksbeſtimmungen zuſammen, von denen für unſeren Fall die eine am Standbarometer, die andere am Feldbarometer vorgenommen iſt. Der erſtere bleibt während der täglichen Beobachtungszeit vollſtändig unberührt und zeigt in Folge deſſen im Allgemeinen keine Standänderung, die Angabe desſelben iſt daher nur mit dem Beobachtungsfehler behaftet, die barometriſch gemeſſene Luftdrucksdifferenz wird daher höchſtens den Fehler $\pm\sqrt{0{,}11^2 + 0{,}05^2} = \pm 0{,}12^{mm.}$ beſitzen, welcher einem Fehler in der Höhe von $\pm 1{,}38^{m.}$ entſpricht, wenn für unſere geographiſche Breite der mittlere Barometerſtand $= 726^{mm.}$, die Lufttemperatur $= +12{,}5^{0}$ C. und mithin $1^{mm.}$ Luftdrucksunterſchied $= 11{,}5^{m.}$ Höhenunterſchied angenommen wird.

Berückſichtigt man, daſs die Standänderung von $\pm 0{,}09^{mm.}$, wenn dieſelbe auch nach Beendigung der Meſſungen an einem Tage entweder nur einen poſitiven oder nur einen negativen Werth beſitzt, doch zu irgend einer Zeit während des Tages auch den entgegengeſetzten Werth haben kann, oder nach und nach von 0 bis $\pm\ 0{,}09$ gewachſen ſein und dann ebenſogut wieder bis 0 abgenommen haben kann (wie in der That durch mehrfache Vergleichung zwiſchen Feld- und Standbarometer im Laufe des Tages conſtatirt wurde), ſo erkennen wir, daſs die übliche Art die am Abend beobachtete Standänderung proportional mit der Zeit auf alle Meſſungen zu vertheilen nur in gewiſſen Fällen den wirklichen Vorgängen entſpricht. Andere Methoden für dieſe Fehlerausgleichung haben wenigſtens für Aufnahmen in ſtark durchſchnittenem Terrain mit Höhenunterſchieden bis zu $300^{m.}$ zum mindeſten keine beſſeren Reſultate ergeben.

Für den unter günſtigen äuſseren Umſtänden und bei ſehr ſorgfältiger Behandlung der Feldbarometer eintretenden Fall, daſs Standänderungen an dieſen nicht vorkommen, werden die Beobachtungsfehler allein die Meſſungs-Fehler bedingen, wir erhalten daher den Fehler einer Meſſung $= \pm 0{,}05\ \sqrt{2}$ $= \pm 0{,}07^{mm.}$ entſprechend $= \pm 0{,}82^{m.}$

In den Werthen $\pm\ 1{,}38^{m.}$ und $\pm\ 0{,}82^{m.}$ haben wir jetzt die wahrſcheinlichen Grenzen des mittleren Fehlers der Aneroidbarometermeſſungen erhalten, für eine gröſsere Anzahl derartig beſtimmter Höhen wird ſich daher auch der mittlere Fehler dem Werth $\frac{\pm 1{,}38 \pm 0{,}82}{2} = \pm\ 1{,}1^{m.}$ nähern, wenn ſich nicht noch andere hier unberückſichtigt gebliebene Einflüſse

geltend machen. Dieſes Letztere iſt jedoch nur in ganz geringem Maſse der Fall, indem ſich aus 294 controllirten Höhenmeſſungen von annähernd gleicher Genauigkeit, über welche nähere Mittheilungen folgen, der mittlere Fehler zu $\pm$ 1,06$^{m.}$ ergab.

Sehen wir uns nach Mitteln um, die aus den Standänderungen entſpringenden Meſſungsfehler zu vermindern, ſo finden wir ſolche in der Verbeſſerung der Conſtruktion der Inſtrumente, dann aber auch dadurch, daſs wir bei jeder Meſſung zwei oder mehrere Aneroide benützen (der Fehler der Standänderung wird dadurch im umgekehrten Verhältniſs zur Quadratwurzel aus der Inſtrumentenzahl verringert) nicht aber durch mehrmaliges Ableſen eines und desſelben Inſtruments, indem hiebei die Standänderung ſich immer in gleich ſchädlicher Weiſe geltend machen kann. Dagegen wird durch wiederholtes Ableſen eines Inſtruments der Beobachtungsfehler vermindert und ſomit gleichfalls die Genauigkeit der Meſſungen erhöht, wenn Standänderungsfehler nicht in Betracht kommen.

IV. Ausführung, Berechnung und allgemeine Resultate der Aneroidbarometermessungen.

Die von mir ausgeführten Aneroidbarometermeſſungen erſtrecken ſich auf eine Fläche von 7,5 Quadratmeilen in Unterfranken und dienten dazu das genannte Terrain in Horizontalcurven von 10$^{m.}$ Abſtand zu legen. Es wurden hiezu in runder Summe 7000 Höhenpunkte beſtimmt. Die Aufnahmen erfolgten von einzelnen Hauptſtationen aus, an welchen jedesmal ein Inſtrument als Standbarometer fungirte. Auf dieſes wurden die Höhen aller in einem Umkreiſe von circa 10 Kilometer liegenden Punkte bezogen, indem für jeden gemeſſenen Punkt der Höhenunterſchied zwiſchen Feld- und Standbarometer berechnet wurde. Der Aufſtellungsort des Standbarometers wurde entweder nivellitiſch im Anſchluſs an die Fixpunkte des bayeriſchen Präciſionsnivellements feſtgelegt,, oder durch eine Reihe guter Aneroidmeſſungen beſtimmt.

Solange die Feldbarometer während der Zeit der Aufnahmen auswärts waren, wurde der Standbarometer in Zwiſchenräumen von 10 Minuten durch einen verläſsigen Gehilfen abgeleſen, der zu gleicher Zeit die rohen Beobachtungswerthe mit Hilfe von Tabellen für die verſchiedenen Correctionen reduzirte und für die Höhenberechnung in geeignete Formulare zuſammenſtellte.

Lufttemperaturen wurden am Ort des Standbarometers anfangs regelmäſsig beobachtet und dieſe als mittlere Lufttemperatur dann in die Höhenberechnung eingeführt. Dieſes Verfahren führte jedoch zu vielfachen Ungenauigkeiten in den Höhenbeſtimmungen; deſshalb wurden in der Folge nur die mittleren Tagestemperaturen, die nach den Angaben Rühlmann's zu beſtimmten Tageszeiten ermittelt waren, berückſichtigt und auf dieſe Weiſe beſſere Reſultate erzielt. Der Feldbarometer wurde täglich vor ſeinem Abgang zur Arbeit und nach ſeiner Rückkunft zum Standbarometer durch doppelte Ableſungen mit dieſem verglichen, und die beobachteten Standdifferenzen der Zeit proportional auf die einzelnen Ableſungen ausgetheilt. Aus zwei reduzirten correſpondirenden Ableſungen an Feld- und Standbarometer, die ſich immer bilden lieſsen, ergab ſich Summe und Differenz des Luftdrucks für die Standorte beider Aneroide. Die Höhenunterſchiede wurden ſchlieſslich den von Profeſſor Schoder für dieſen Zweck berechneten

Tabellen entnommen. Für geringere Höhenunterſchiede als 100m. gewährt die durch Herrn Ingenieur Hettig in der Zeitſchrift des bayer. Architekten-Vereines Band V Jahrgang 1873 angegebene graphiſche Form der Schoder'ſchen Tafeln bei der Berechnung einige Zeiterſparniſs, verlangt aber auch zum Ableſen der Höhenunterſchiede ein ausdauerndes und geübtes Auge.

Zum Eintragen der Beobachtungspunkte auf dem Felde und der berechneten Coten, ſowie zur Herſtellung des Höhencurvennetzes wurden mit Vortheil die Karten des bayeriſchen topographiſchen Atlaſſes im Maafsſtab 1 : 50,000 verwendet.

Die Lage der in horizontaler Beziehung durchſchnittlich 300m. von einander entfernten Punkte wurde an Waſſerläufen, Wegen und Culturgrenzen, die ſich auch in den Karten vorfanden, durch Abſchreiten und Eintragen des reducirten Schrittmaafses beſtimmt. In Wäldern und auf offenem Felde erforderte die Punktbeſtimmung vielfach das Abſtecken von Richtungslinien mit der Buſſole. Auf diese Art konnten an einem Arbeitstag je nach der Schwierigkeit des Terrains und der Entfernung des Arbeitsplatzes vom Standquartier 50 bis 120 Punkte auf dem Felde der Lage und Höhe nach beſtimmt werden. Hiebei war aufser dem die Karte und den Barometer führenden Ingenieur noch ein Gehilfe thätig, der zum Abſchreiten der Punktentfernungen und zum Aufſchreiben der Aneroidableſungen verwendet wurde.

Die Höhencurvenaufnahme pro Quadratmeile kam bei dieſem Verfahren auf rund 350 Mark zu ſtehen, wobei die Anſchaffungskoſten der Aneroide und alle ſonſtigen Auslagen inbegriffen ſind.

V. Die praktische Genauigkeit der Aneroid-Barometermessungen.

Theils zum ſicheren Anſchluſs dieſer Barometermeſsungen, theils zum Zweck von Detailcotirungen waren längs der das aufzunehmende Terrain durchziehenden Strafsen in horizontalen Abſtänden von je 250m. Fixpfähle geſchlagen und ihrer Höhenlage nach durch controllirte Nivellements, die ſich an die Fixpunkte des bayeriſchen Präciſionsnivellements anſchloſſen, mit Ertel'ſchen Nivellirinſtrumenten beſtimmt worden.

Dieſe Fixpunktlinien habe ich mit den Aneroiden zu verſchiedenen Malen ſtreckenweiſe begangen und ſo eine gröfsere Reihe von Höhenmeſſungen ausgeführt, die ſich für die praktiſche Fehlerbeſtimmung der Aneroidmeſſungen eignen. Die Reſultate einiger ſolcher Fixpunktnivellements mit Aneroiden mit kurzer topographiſcher und meteorologiſche Beſchreibung folgen nachſtehend.

Fixpunktnivellement I.

Die Fixpunktreihe (A) von Hofheim über Gemeinfeld nach Burgpreppach und zurück nach Hofheim wurde am 5. Mai 1873 mit den Aneroiden 50640 und 50632 begangen. Aneroid 50643 war als Standbarometer in Hofheim verwendet. Die Länge des Nivellements iſt 22 Kilometer, die Entfernung des Standbarometers vom äuſserſten gemeſſenen Punkte betrug 11 Kilometer. Der Standbarometer zeigte während der Meſſungen langſam verlaufende Luftdrucksſchwankungen bis $\pm$ 0,6mm. Gröſse und fiel ſchlieſslich auf 734,7mm., während es bei Beginn der Meſſungen 735,2mm. gezeigt hatte. Die Luft war den Tag über ſtark bewegt und das Wetter regneriſch. Die Aneroide zeigten nach ihrer Rückkunft Standänderungen von $+$0,17mm., bezw.

± 0,24mm. Die vorhandenen Fixpunkte wurden nicht alle, fondern nur zum Theil als Nivellementspunkte gewählt; fämmtliche an diefem Tage gemeffenen Höhenunterfchiede find hier aufgeführt mit Ausnahme eines einzigen, welcher als unbrauchbar ausgefchieden werden mufste.

Die Berechnung der hier angegebenen Höhenunterfchiede zwifchen dem Standbarometer und den Fixpunkten ift bei diefem Nivellement nach den Radau'fchen Höhentafeln ausgeführt, die mittlere Lufttemperatur wurde bei jeder Meffung befonders beftimmt und berückfichtigt.

Daffelbe Nivellement ift durch Herrn Ingenieur Hettig in deffen oben genannter Abhandlung nach einer vorläufigen Berechnung, in der fich fpäter mehrere Unrichtigkeiten fanden, bekannt gegeben. Für die Meffungen mit Aneroid 50632 hat fich namentlich ein auf alle Höhenwerthe gleichmäfsig einwirkender Fehler in der Cotenbeftimmung für den Standbarometer vorgefunden, der hier berichtigt ift. Im Uebrigen ergaben fich diefelben Fehlerwerthe wie dort, nur follen diefe hier in anderer Weife Verwerthung finden.

1. Lfd. Nr.	2. nivellitisch bestimmte wahre Höhe.	3. mit Aneroid 50640 gemessene Höhe.	4. Abweichung vom wahren Werth = v_1.	5. v_1^2.	6. mit Aneroid 50632 gemessene Höhe.	7. Abweichung vom wahren Werth = v_2.	8. v_2^2.	9. $\frac{v_1 + v_2}{2} = v_m$.	10. v_m^2.
	mtr.	mtr.	mtr.		mtr.	mtr.		mtr.	
1	+7,0	+7,1	−0.1	0,01	+6,9	+0,1	0.01	0.00	0,0000
2	+6,8	+7.4	−0,6	0,36	+5,1	+1.7	2,89	+0.65	0,4225
3	+6,1	+6.1	0.0	0,00	+5,7	+0,4	0.16	+0.20	0,0400
4	−3,1	−2,4	+0,7	0,49	−3,6	−0,5	0,25	+0.10	0,0100
5	−1,1	−0,9	+0,2	0,04	−1.1	0,0	0.00	+0.10	0,0100
6	−12,9	−11,9	+1,0	1,00	−10,6	+2,3	5,29	+1,65	2,7225
7	−61,1	−61,8	−0.7	0,49	−61,8	0,7	0.49	−0,70	0,4900
8	−54,8	−56,4	−1,6	2,56	−55,8	−1,0	1,00	−1,30	1,6900
9	−52,6	−50,7	+1,9	3,61	−50,2	+2,4	5,76	+2.15	4,6225
10	−48,1	−47,8	+0,3	0.09	−48,5	−0,4	0,16	−0.05	0,0025
11	−38,0	−37,4	+0,6	0.36	−38.6	−0.6	0,36	0,00	0,0000
12	−38,5	−38,4	+0,1	0.01	−39,4	−0.9	0.81	−0.40	0,1600
13	−40,1	−40,7	−0,6	0,36	−41,1	−1.0	1.00	−0.80	0,6400
14	−29,9	−30.3	−0,4	0,16	−29,9	0,0	0.00	−0.20	0,0400
15	−34,8	−35.7	−0,9	0,81	−35,4	−0,6	0,36	−0,75	0,5625
16	−30,1	−30,7	−0,6	0,36	−30,5	−0,4	0,16	−0,50	0,2500
17	−28,7	−29.8	−1,1	1,21	−29.2	−0,5	0.25	−0.80	0,6400
18	−27,9	−27,1	+0,8	0,64	−27,3	+0,6	0,36	+0.70	0,4900
19	−24.2	−23,8	+0,4	0,16	−24.1	+0,1	0,01	+0,25	0,0625
20	−23,5	−22,6	+0,9	0,81	−22,4	+1,1	1,21	+1,00	1,0000
21	−21.6	−22.2	−0.6	0,36	−21.2	+0,4	0,16	−0,10	0,0100
22	−27.2	−26 0	+1.2	1.44	−26.8	+0.4	0.16	+0.80	0.6400
23	−18,6	−18,3	+0,3	0.09	−18,1	+0,5	0,25	+0,40	0,1600
24	−17,3	−17,3	0,0	0,00	−16,8	+0,5	0,25	+0,25	0,0625
25	−27,1	−26,5	+0.6	0,36	−25,2	+1,9	3,61	+1,25	1,5625
26	−39,8	−37,8	+2,0	4,00	−39,1	+0,7	0,49	+1,35	1,8225
27	−38,4	−36,9	+1,5	2,25	−35,2	+3,2	10,24	+2,35	5,5225
28	−31,2	−31,5	−0,3	0,09	−29,4	+1,8	3,24	+0,75	0,5625
29	−33,8	−34,0	−0,2	0,04	−33,0	+0,8	0,64	+0,30	0,0900
30	−34,5	−35,0	−0,5	0,25	−33,2	+1,3	1,69	+0,40	0,1600
31	−47,2	−46,8	+0,4	0,16	−45,8	+1,4	1,96	+0,90	0,8100
32	−55,0	−55,2	−0,2	0,04	−55,2	−0,2	0,04	−0,20	0,0400
33	−62,0	−64,1	−2,1	4,41	−63,2	−1,2	1,44	−1,65	2,7225
34	−66,4	−67,5	−1,1	1,21	−65,1	+1,3	1,69	+0,10	0,0100
35	−69,8	−72,5	−2,7	7,29	−70,1	−0,3	0,09	−1,50	2,2500
36	−72,0	−73,5	−1,5	2,25	−71,8	+0,2	0,04	−0,65	0,4225

1. lfd. Nr.	2. nivellitisch bestimmte wahre Höhe.	3. mit Aneroid 50640 gemessene Höhe.	4. Abweichung vom wahren Werth = v_1.	5. v_1^2.	6. mit Aneroid 50632 gemessene Höhe.	7. Abweichung vom wahren Werth = v_2.	8. v_2^2.	9. $\frac{v_1 + v_2}{2} = v_m$.	10. v_m^2.
	mtr.	mtr.	mtr.		mtr.	mtr.		mtr.	
37	— 82,8	— 85,7	— 2,9	8,41	— 83,4	— 0,6	0,36	— 1,75	3,0625
38	— 88.7	— 90,1	— 1,4	1,96	— 87,6	+ 1,1	1,21	— 0,15	0,0225
39	— 67,9	— 69,3	— 1,4	1,96	— 68,3	— 0,4	0,16	— 0,90	0,8100
40	— 54.6	— 56,1	— 1,5	2,25	— 54,9	— 0,3	0,09	— 0,90	0,8100
41	— 38.3	— 39,4	— 1,1	1,21	— 37,9	+ 0,4	0,16	— 0,35	0,1225
42	— 22,3	— 23,5	— 1,2	1,44	— 21,5	+ 0,8	0,64	— 0,20	0,0400
43	— 7,6	— 8,4	— 0,8	0,64	— 5,9	+ 1,7	2,89	+ 0,45	0,2025
44	— 0,7	— 0,9	— 0.2	0,04	— 0,4	+ 0,3	0,09	+ 0,05	0,0025
45	— 0,4	— 0.2	+ 0.2	0,04	— 0,2	+ 0,2	0,04	+ 0,20	0,0400
46	+ 5,5	+ 3,9	+ 1,6	2,56	+ 4,4	+ 1,1	1,21	+ 1,35	1,8225
47	+ 8,0	+ 8,3	— 0.3	0,09	+ 8,6	— 0,6	0,36	— 0,45	0,2025
48	+ 8,0	+ 8,7	— 0,7	0,49	+ 8,9	— 0,9	0,81	— 0,80	0,6400
			± 1,12	58,86		± 1,08	54,54	± 0,78	28,4800

Es beſtimmt ſich ſonach aus dieſen 48 Beobachtungen der mittlere Fehler einer einzelnen Höhenmeſſung nach der Formel $\pm \sqrt{\frac{[v^2]}{n-1}}$ für Aneroid 50640 zu ± 1,12m, für Aneroid 50632 zu ± 1,08m. Denken wir uns jedoch für eine Höhenberechnung die Ableſungen beider Aneroide vereinigt, ſo erhalten wir als Fehler einer ſo beſtimmten Höhe das Mittel der Abweichungen der beiden geſondert beſtimmten Höhen und als mittleren Fehler den aus Columne 9 und 10 hervorgehenden Werth ± 0,78m.

Fixpunktnivellement II.

Ein weiteres Nivellement auf derſelben Fixpunktlinie (A) von gleicher localer Ausdehnung wie das oben beſchriebene wurde am 3. September 1873 mit Aneroid 50640 als Feldbarometer und Aneroid 50643 als Standbarometer in Hofheim ausgeführt. Der Standbarometer fiel während der Zeit der Meſſungen langſam und regelmäſsig von 739,45mm. auf 733,85mm.; bei einer mittleren Tagestemperatur von 18° C. war der Himmel bedeckt und die Luft ruhig. Die Inſtrumententemperatur des Feldaneroids blieb während der Arbeit ziemlich gleichmäſsig 22° C. Eine Standänderung der Aneroide wurde nicht beobachtet. Die Höhenberechnung erfolgte hier und bei den folgenden Nivellements nach den Schoder'ſchen Höhentafeln, die Ableſungen am Diagramm habe ich immer perſönlich ausgeführt.

1. lfd. Nr.	2. nivellirte wahre Höhe meter.	3. mit Aneroid 50640 gemess. Höhe.	4. Abweichung derselb = v.	5. v^2.	1. lfd. Nr	2. nivellirte wahre Höhe meter.	3. mit Aneroid 50640 gemess. Höhe.	4. Abweichung derselben = v.	5. v^2.	1. lfd. Nr.	2. nivellirte wahre Höhe meter.	3. mit Aneroid 50640 gemess. Höhe.	4. Abweichung derselben = v.	5. v^2.
1	+ 7,0	+ 6,4	+ 0,6	0,36	8	— 1,1	— 0,5	+ 0,6	0,36	15	— 55,1	— 54,2	+ 0,9	0,81
2	+ 7,2	+ 7,5	— 0,3	0,09	9	— 9,0	— 8,2	+ 0,8	0,64	16	— 48,1	— 47,7	+ 0,4	0,16
3	+ 6,8	+ 6,8	0,0	0,00	10	— 12,9	— 12,5	+ 0,4	0,16	17	— 38,0	— 37,8	+ 0,2	0,04
4	+ 5,1	+ 5,1	0,0	0,00	11	— 55,5	— 54,2	+ 1,3	1,69	18	— 39,9	— 39 0	+ 0,9	0,81
5	+ 6,1	+ 6,0	+ 0,1	0,01	12	— 54,8	— 53,5	+ 1,3	1,69	19	— 34,8	— 35,4	— 0.6	0,36
6	— 3,1	— 2,5	+ 0,6	0,36	13	— 53,7	— 52,3	+ 1,4	1,96	20	— 40,1	— 40,0	+ 0,1	0,01
7	— 0,7	— 0,3	+ 0,4	0,16	14	— 52,6	— 51,1	+ 1,5	2,25	21	— 32,2	— 31,8	+ 0,4	0,16

1. lfd. Nr.	2. nivellirte wahre Höhe meter.	3. mit Aneroid 50640 gemess. Höhe.	4. Abweichung derselb. = v.	5. v^2	1. lfd. Nr.	2. nivellirte wahre Höhe meter.	3. mit Aneroid 50640 gemess. Höhe.	4. Abweichung derselben = v.	5. v^2	1. lfd. Nr.	2. nivellirte wahre Höhe meter.	3 mit Aneroid 50640 gemess. Höhe.	4. Abweichung derslb. = v.	5. v^2.
22	−29,9	−30,8	−0,9	0,81	42	−42,7	−43,4	−0,7	0,49	62	−88,7	−88.6	+0,1	0,01
23	−27,8	−28,3	−0,5	0,25	43	−38,4	−39,3	−0.9	0,81	63	−76,3	−77.0	−0,7	0,49
24	−30,1	−29,5	+0,6	0,36	44	−31,2	−32,6	−1,4	1,96	64	−67,9	−67.7	+0,2	0,04
25	−28,7	−30,0	−1,3	1,69	45	−32,9	−33.7	−0,8	0.64	65	−54.3	−55.2	−0,9	0,81
26	−27,2	−27,2	0,0	0,00	46	−33,8	−34.8	−1,0	1.00	66	−38.3	−38.6	−0,3	0,09
27	−27,9	−28,4	−0,5	0,25	47	−33,9	−34,8	−0,9	0,81	67	−22,1	−23,6	−1,5	2,25
28	−26,7	−26,6	+0,1	0.01	48	−34.5	−36,7	−2,2	4.84	68	−12.0	12,7	−0,7	0,49
29	−24 2	−25,0	−0,8	0,64	49	−39,9	−40,6	−0,7	0.49	69	−7,6	−7,5	+0.1	0,01
30	−22,7	−24,4	−1,7	2,89	50	−47,2	−49,4	−2,2	4,84	70	−4,8	−5,8	−1,0	1.00
31	−23,5	−25,0	−1,5	2.25	51	−51,4	−52.2	−0,8	0.64	71	−0,7	−1,2	−0,5	0.25
32	−27,1	−27,9	−0,8	0,64	52	−55.0	−55,7	−0,7	0,49	72	+1.8	+0,3	+1,5	2.25
33	−23,6	−24,0	−0,4	0,16	53	−57,9	−59,1	−1,2	1,44	73	−0,4	−1,0	−0,6	0.36
34	−22,9	−22,7	+0,2	0,04	54	−62.0	−61,5	+0.5	0.25	74	+2,8	+2,1	+0,7	0.49
35	−27,2	−28,2	−1,0	1,00	55	−64.1	−63,3	+0.8	0.64	75	+5,5	+4,4	+1.1	1.21
36	−20.1	−20.2	−0,1	0,01	56	−68,6	−67.3	+1.3	1.69	76	+8.9	+8.3	+0.6	0.36
37	−18,6	−19.1	−0,5	0,25	57	−69,7	−69,2	+0,5	0.25	77	+8,0	+6,7	+1,3	1.69
38	−17,3	−18,4	−1,1	1,21	58	−72,0	−72,1	−0,1	0,01	78	+9,4	+9,0	+0,4	0.16
39	−27,1	−28,7	−1.6	2,56	59	−75,6	−74,6	+1,0	1.00				±0,91	64.41
40	−32,4	−33,4	−1,0	1,00	60	−82.8	−82.2	+0,6	0.36					
41	−39,8	−40,5	−0,7	0,49	61	−89,3	−88,2	+1,1	1,21					

In der Reihe der Werthe v ift hier der unregelmäfsige Zeichenwechfel befonders auffallend, der weder mit der Gröfse der gemeffenen Höhenunterfchiede noch mit dem Gang des Luftdrucks und der Temperatur irgend welchen Zufammenhang zeigt. Als wahrfcheinliche Erklärung diefer Gruppirung der Fehlerwerthe v bleibt nur die Annahme, dafs, obwohl fchliefslich Standänderungen der Aneroide nicht beobachtet worden find, doch während des Verlaufs der Meffungen felbft, folche Standänderungen vorgekommen find. Wenn diefe nun auch in unferem fpeziellen Falle auf die Gröfse des mittleren Fehlers einer Einzelmeffung, der fich hier aus 78 Höhenbeftimmungen zu $\pm 0{,}91^{m.}$ ergiebt, keinen ungünftigen Einflufs ausübte, fo ift doch hier wiederholt das Bedürfnifs ausgefprochen, diefe Standänderungen möglichft unfchädlich für die Meffungsrefultate zu machen, Geeignete Mittel hiezu find am Schlufs des nächften Abfchnittes angedeutet.

Fixpunktnivellement III.

Auf der Fixpunktlinie (B) zwifchen Altershaufen und Jefferndorf, die dort den Brambergswald überfchreitet, ift am 6. September 1873 mit Feldbarometer 50640 eine weitere Reihe von Höhenbeftimmungen ausgeführt worden. Die ganze Länge diefes Nivellements betrug 10 Kilometer, die gröfste Entfernung von Stand- und Feldbarometer war 9 Kilometer. Als Standbarometer diente Aneroid 50632 in Königsberg. Der Luftdruck zeigte während der Meffungen ftarke Schwankungen, das Wetter war ftürmifch und Sonnenblicke wechfelten mit Regenfchauen, die Bedingungen für gute Barometermeffungen find alfo nicht gegeben gewefen. Die mittlere Temperatur wurde zu 12^0 C. beftimmt. Die nach Beendigung der Meffungen fich ergebende Standänderung der Aneroide von $0{,}25^{mm.}$ wurde der Zeit proportional auf die einzelnen Beobachtungen vertheilt. Die Zahl der gemeffenen Höhen betrug 55, diefelben find nachftehend mit ihren Abweichungen vom wahren Werth angegeben. Der mittlere Fehler einer Meffung beftimmt fich hieraus zu $\pm\ 1{,}28^{m.}$

1. Lfd. Nr	2. nivellitisch bestimmte wahre Höhe.	3. mit Aneroid 50640 gemessene Höhe.	4. Abweichung vom wahren Werthe = v	5. v^2.	1. Lfd. Nr.	2. nivellitisch bestimmte wahre Höhe.	3. mit Aneroid 50640 gemessene Höhe.	4. Abweichung vom wahren Werthe = v.	5. v^2.
1	—11,8	—12,1	—0,3	0,09	29	—152,4	—152,2	+0,2	0,04
2	—8,4	—9,4	—1,0	1,00	30	—153,8	—153,4	+0,4	0,16
3	—25,4	—26,3	—0,9	0,81	31	—147,3	—146,3	+1,0	1,00
4	—50,5	—49,8	+0,7	0,49	32	—145,4	—145,2	+0,2	0,04
5	—61,8	—62,0	—0,2	0,04	33	—142,4	—143,5	—1,1	1,21
6	—83,7	—83,3	+0,4	0,16	34	—134,2	—135,1	—0,9	0,81
7	—89,6	—88,5	+1,1	1,21	35	—126,2	—127,6	—1,4	1,96
8	—89,2	—87,9	+1,3	1,69	36	—105,1	—106,4	—1,3	1,69
9	—82,9	—81,5	+1,4	1,96	37	—101,4	—102,2	—0,8	0,64
10	—78,8	—78,6	+0,2	0,04	38	—94,4	—96,5	—2,1	4,41
11	—77,6	—77,4	+0,2	0,04	39	—78,3	—80,4	—2,1	4,41
12	—70,3	—69,4	+0,9	0,81	40	—55,0	—55,9	—0,9	0,81
13	—86,1	—85,5	+0,6	0,36	41	—48,7	—50,9	—2,2	4,84
14	—106,6	—105,1	+1,4	1,96	42	—55,0	—57,6	—2,6	6,76
15	—121,1	—120,1	+1,0	1,00	43	—78,3	—80,9	—2,6	6,76
16	—126,9	—125,8	+1,1	1,21	44	—94,4	—97,5	—3,1	9,61
17	—130,1	—128,8	+1,3	1,69	45	—101,4	—103,8	—2,4	5,76
18	—129,7	—127,7	+2,0	4,00	46	—105,1	—107,5	—2,4	5,76
19	—122,2	—121,3	+0,9	0,81	47	—126,2	—128,0	—1,8	3,24
20	—108,2	—108,8	—0,6	0,36	48	—134,2	—135,3	—1,1	1,21
21	—120,7	—120,8	—0,1	0,01	49	—142,4	—143,5	—1,1	1,21
22	—113,5	—114,1	—0,6	0,36	50	—145,4	—146,2	—0,8	0,64
23	—107,1	—105,4	+1,7	2,89	51	—147,2	—146,8	+0,5	0,25
24	—119,5	—118,6	+0,9	0,81	52	—153,8	—152,6	+1,2	1,44
25	—117,5	—117,0	+0,5	0,25	53	—152,4	—152,4	0,0	0,00
26	—137,9	—137,7	+0,2	0,04	54	—149,4	—149,9	—0,5	0,25
27	—155,5	—155,2	+0,3	0,09	55	—155,5	—155,5	0,0	0,00
28	—149,4	—149,9	—0,5	0,25				±1,28	89,34

Fixpunktnivellement IV.

Die in der Fixpunktlinie (C) zwischen Miltenberg und Mainbullau auf der linken Thalwand des Mains gelegenen nachbenannten 13 Höhenpunkte (Nr. 1 in Miltenberg, Nr. 13 in Mainbullau) wurden mit verschiedenen Aneroiden mehrmals gemessen. Da die hier bestimmten Höhenunterschiede bis $300^{m.}$ reichen, verdienen die Messungsresultate besondere Berücksichtigung und sollen demgemäfs gleichfalls ausführlich hier angegeben werden und zugleich den Schlufs dieser Mittheilungen bilden. Der Standbarometer befand sich meist in Miltenberg, einmal in Mainbullau, die gröfste Entfernung von Stand- und Feldbarometer betrug 5,5 Kilometer. Am 4. Oktober war der Luftdruck während der Messungen nahezu constant. Die mittlere Tagestemperatur ergab sich zu 21^0 C., die Luft war ruhig, der Himmel unbedeckt. Standänderungen der Aneroide wurden nicht beobachtet. Am 14. Oktober betrug die mittlere Tagestemperatur 11^0 C., der Luftdruck blieb constant und der Himmel bedeckt. Die Luft war besonders oben am Thalrand stark bewegt. Die Standänderungen der Aneroide betrugen $0{,}06^{mm.}$ bis $0{,}14^{mm.}$, waren also unbedeutend.

Den 4. Okt mit Standbarometer 50643 in Miltenberg					Den 14. Okt mit Standbarometer 50640 in Mainbullau				
Punkt. Nr.	nivellitisch bestimmte wahre Höhe	mit Aneroid 50632 gemessene Höhe.	Abweichung vom wahren Werth = v.	v^2	Punkt. Nr.	nivellitisch bestimmte wahre Höhe.	mit Aneroid 50643 gemessene Höhe.	Abweichung vom wahren Werth = v.	verbesserte Abweichung = v_1.
1	+10,8	+8,3	+2,5	6,25	1	+305,9	+304,1	+1,8	−0,3
2	+10,2	+10,0	+0,2	0,04	2	+305,3	+302,9	+2,4	+0,3
3	+4,2	+4,3	−0,1	0,01	3	+299,3	+297,7	+1,6	−0,5
4	−26,5	−26,6	−0,1	0,01	4	+268,6	+266,9	+1,7	−0,2
5	−61,1	−61,8	−0,7	0,49	5	+234,0	+231,3	+2,7	+1,1
6	−102,1	−102,9	−0,8	0,64	6	+193,0	+192,0	+1,0	−0,3
7	−139,3	−140,7	−1,4	1,96	7	+155,8	+154,5	+1,3	+0,3
8	−216,6	−215,0	+1,6	2,56	8	+78,5	+79,5	−1,0	−1,6
9	−250,8	−247,9	+2,9	8,41	9	+44,3	+43,8	+0,5	+0,2
10	−266,0	−264,9	+1,1	1,21	10	+29,1	+29,4	−0,3	−0,5
11	−285,1	−285,0	+0,1	0,01	11	+10,0	+9,7	+0,3	+0,2
12	−300,4	−300,6	−0,2	0,04	12	−5,3	−4,6	+0,7	+0,6
13	−301,5	−300,6	+0,9	0,81	13	−6,4	−6,3	+0,1	0,0

Den 14. October mit Standbarometer 50640 in Miltenberg beſtimmte Höhen

Punkt. Nr.	nivellitisch bestimmte wahre Höhe.	mit Aneroid 50632 gemess. Höhe.	Abweichung vom wahren Werth = v.	v^2	mit Aneroid 50643 gemess. Höhe.	Abweichung vom wahren Werth = v	verbesserte Abweichung = v_1	mit Aneroid 50643 gemess. Höhe.	Abweichung vom wahren Werth = v	verbesserte Abweichung = v_1.
1	+10,8	11,6	−0,8	0,64	11,7	−0,9	−1,0	11,3	−0,5	−0,6
2	+10,2	11.0	−0,8	0,64	9,8	+0,4	+0,3	10,9	−0,7	−0,8
3	+4,2	4,5	−0,3	0,09	5,4	−1,2	−1,3	4,3	−0,1	−0,2
4	−26,5	28,2	−1,7	2,89	27,1	−0,6	−0,8	27,1	−0,6	−0,8
5	−61,1	61,6	−0,5	0,25	62,0	−0,9	−1,3	60,9	+0,2	0,2
6	−102,1	102,5	−0,4	0,16	101,8	+0,3	−0,4	102,4	−0,3	−1,0
7	139,3	140,8	−1,5	2,25	139,1	+0,2	−0,8	139,5	−0,2	−0,8
8	−216,6	215,7	+0,9	0,81	214,9	+1,7	+0,2	216,1	+0,5	−1,0
9	−250,8	249,7	+1,1	1,21	248,7	+2,1	+0,4	250,1	+0,7	−1,1
10	−266,0	266,2	−0,2	0,04	263,6	+2,4	+0,6	262,5	+3,5	+1,7
11	−285,1	285,5	−0,4	0,16	283,1	+2,0	0,0	284,0	+1,1	−0,9
12	−300,4	298,9	+1,5	2,25	297,5	+2,9	+2,8	297,8	+2,6	+0,5
13	−301,5	300,8	−0,3	0,09	299,1	+2,4	+0,3	299,0	+2,5	+0,4

Die für die Höhenbeſtimmungen mit Feldbarometer 50632 berechneten Meſſungsfehler zeigen auch hier denſelben Charakter, wie er aus den vorhergehenden Nivellements erſichtlich iſt. Der mittlere Fehler einer Meſſung beſtimmt ſich aus den aufgeführten 26 Beobachtungen zu $\pm$ 1,35^m.

Für die Meſſungen mit Aneroid 50643 fällt eine Zunahme der Meſſungsfehler mit dem Wachſen der gemeſſenen Höhenunterſchiede ſofort ins Auge. Dieſe Zunahme der Werthe v iſt für die drei am 14. Oktober unabhängig von einander hergeſtellten Beobachtungsreihen eine ganz gleichmäſsige und läſst daher auf das Vorhandenſein einer Theilungs- oder Scalencorrection bei Aneroid 50643 ſchlieſsen. Demzufolge habe ich den wahrſcheinlichſten Werth der Theilungsconſtante zu berechnen geſucht und gefunden, daſs an der benützten Scalenſtelle des Aneroids der Luftdruckunterſchied pro Millimeter um 0,00058^{mm}, der Höhenunterſchied pro Meter um 0,0067^m zu klein erhalten wurde. Mit dieſem Correctionsfaktor wurden dann die Verbeſſerungen für die Werthe v beſtimmt, die oben angeführten verbeſſerten Meſſungsfehler v,

gebildet und aus diesen der mittlere Fehler einer Messung für 39 Beobachtungen zu $\pm$ 0,75$^{m.}$ erhalten.

Bei der früher erwähnten Untersuchung dieses Instruments zum Zweck der Bestimmung seiner Theilungsconstante, war der Einfluss der Scalencorrection durch die Grösse der Standänderungsfehler verdeckt worden.

Schlussbemerkungen.

Fassen wir schliesslich alle hier erhaltenen Mittelwerthe für die Fehler einer Messung unausgeschieden nach Instrumentenindividuen zusammen, so berechnet sich für 294 Einzelbeobachtungen der mittlere Fehler einer Höhenbestimmung zu $\pm$ 1,06$^{m.}$, während aus der täglichen Standänderung der Aneroide sich ein Fehler von $\pm$ 1,1$^{m.}$ für die Messungen erwarten liess.

Aus den beiden gleichzeitig mit Aneroid 50640 und 50632 auf der Fixpunktlinie (A) ausgeführten Messungreihen erhalten wir in gleicher Weise die praktische Bestätigung des obenangeführten Gesetzes der Fehlerminderung bei gleichzeitiger Verwendnng mehrerer Aneroide für eine Reihe von Messungen. Der theoretische Fehlerwerth ergiebt sich nemlich nach jenem Gesetze für unsern Fall, in welchem die Ablesungen zweier Aneroide für die Messung vereinigt wurden, zu $\pm \frac{1{,}1^{m.}}{\sqrt{2}} = \pm$ 0,81$^{m.}$, aus den oben beschriebenen 48 ausgeführten Messungen mit zwei Aneroiden bestimmt sich der Fehler einer Messung zu $\pm$ 0,78$^{m.}$.

Im Allgemeinen erscheint der vorwiegende Einfluss der aus den Standänderungen einzelner Aneroide entspringenden Fehler auf die Genauigkeit der Aneroidmessungen bestätigt und somit die Nothwendigkeit constructiver Verbesserung der Instrumente gegeben. Vielleicht lässt sich ein Instrument mit gleichmässigerem Gang als das einfache Aneroid durch Kuppelung mehrerer Aneroidmechanismen in einem Gehäuse und mit gemeinsamer Scala ausführen.

Was die Prüfung und Berichtigung neuer Instrumente anlangt, so ist es jedenfalls wünschenswerth, umfassendere und genauere physikalische Beobachtngen zu diesem Zweck anstellen zu können, als es mir möglich war. Bei der Ausführung und Berechnung sehr zahlreicher Höhenmessungenu glaube ich jedoch ein Verfahren eingeschlagen zu haben, das sowohl in Bezug auf Genauigkeit, als auf Einfachheit und leichte Ausführbarkeit durch jeden angehenden Techniker wenig zu wünschen übrig lassen wird. Aus letzterem Grunde wird diesem Verfahren auch in Bezug auf den Kostenpunkt der Vorzug grosser Billigkeit eingeräumt werden müssen.

Sollten in Kreisen von Fachgenossen weitere Aufschlüsse über die von mir gesammelten Beobachtungsresultate und Erfahrungen in Bezug auf Aneroidbarometermessungen erwünscht erscheinen, so erkläre ich mich zu deren mündlicher oder schriftlicher Ertheilung, soweit es meine Berufsthätigkeit gestattet, gerne bereit.